Welches sind die Gründe, aus denen bei peripheren Nervenkriegsschußverletzungen die Neurolyse immer mehr und mehr zu Gunsten der Nervenresektion und -Naht verlassen worden ist?

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Gerhard Rose, Ass.-Arzt

aus Mannheim

1. Juli 1941

Mannheimer Großdruckerei G. m. b. H., Mannheim
1941

M 227

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Franz
Korreferent: Prof. Dr. E. Gohrbrand

Meinen lieben Eltern gewidmet.

In den Kriegen vor 1900 spielte die operative Behandlung von Nervenverletzungen keine besondere Rolle. Im Kriege 1870/71 wurden bei 5661 größeren Operationen nur 4 Nervenresektionen wegen Neuralgie, Epilepsie, Hyperästhesie und Tetanus vorgenommen, alle anderen Fälle wurden konservativ behandelt. Schon im Balkankriege betrugen die Fälle von Nervenverletzungen 1,5 % aller Verletzungen, ebensoviel im Russisch-Japanischen Krieg. Dagegen errechneten Lewandowski und Marburg für den Weltkrieg 1,5 %—4 %, das sind bei 4 Millionen Verwundeten 80 000 Nervenverletzte. Diese Zunahme erklärt sich neben dem früheren Nichterkennen mancher Nervenschüsse aus der höheren Durchschlagskraft der Geschosse und den zahlreichen Granat- und Minensplitterverletzungen heute. Aus der Notwendigkeit der Behandlung so zahlreicher Nervenverletzungen während des Weltkrieges entwickelte sich gleichzeitig eine umfangreiche Literatur, aus der man, nachdem die Ergebnisse der anatomischen Untersuchungen über die Degeneration und Regeneration durchtrennter Nerven in diesem Punkt Klärung gebracht haben, noch immer zwei Fragen herausstellen kann:

1. Früh- oder Spätoperation?
2. Neurolyse oder Resektion und Naht?

Unter Neurolyse versteht man teils eine äußere oder Exoneurolyse, d. h. das Herauslösen des Nerven aus umschnürenden Bindegewebenarben und Knochenkallus, teils eine innere oder Endoneurolyse, das Herauslösen der einzelnen Nervenfaszikel aus Narbengewebe im Innern des Nerven.

Verletzungen peripherer Nerven im Kriege können primär durch das Geschoß entstehen, durch Abschuß, teilweise Durchtrennung oder Zerreißung, durch Prellschuß, Steckschuß in den Nerven oder paraneuralen

Steckschuß, oft auch durch abgesprengte Knochensplitter. Schwere Funktionsausfälle findet man aber auch zuweilen bei äußerlich unverletzten Nerven und erklärt das durch die Übertragung der lebendigen Kraft des Geschosses, das mit großer Geschwindigkeit dicht am Nerven vorbeifliegt, auf den Nerven und die dadurch hervorgerufene Überdehnung oder Molekularerschütterung infolge des Seitenstoßes. Mitbestimmend für die Art der Verletzung ist die Länge und Dicke des Nerven und sein Spannungszustand im Augenblick der Verletzung und endlich die verschiedene Vulnerabilität. Analog der commotio cerebri kennt man auch eine commotio nervi, die sich durch ihren schnellen Restitutionsbeginn auszeichnet.

Nervenlähmungen können totale sein, sogenannte Querschnittslähmung oder partielle. Eine große Zahl anfänglich totaler oder partieller Nervenlähmungen heilt spontan bei konservativer Behandlung, bei dem kleineren Teil, der zur Operation kommt, überwiegen anscheinend die kompletten Nervendurchtrennungen gegenüber den partiellen; Borchardt gibt ein Verhältnis von 493 : 273 an, Blencke von 76 : 50. Bier fand bei einem Viertel seiner operierten Fälle die Nerven glatt durchschossen, Thöle 50 %.

Sekundäre Nervenschädigung wird in den meisten Fällen durch paraneurale Narben und Verwachsungen verursacht. Sie können dünn wie ein Faden oder als breites Band den Nerv strangulieren bzw. abknicken oder ihn auf eine längere Strecke als lockeres, wabiges Bindegewebe umgeben, während der Nerv selbst unverändert erscheint. Häufig sind es jedoch derbe paraneurale Schwielen, die ohne Grenze in die perineurale Narbe einerseits und in die Muskelnarben andererseits übergehen. Sie können außerordentliche Ausdehnungen annehmen, knochenharte Narbenmassen bilden und den Nerven zu einem platten Band drücken. Das ist erklärlich, wenn man an die schweren Weichteilzertrümmerungen denkt, die bei gleichzeitiger Knochenverletzung in 70—80 % der Fälle zur Infektion führt. Weitere Ursachen sind Callusmassen, besonders am Humerus, die den Radialis einmauern und durch Druck lähmen. Aneurysmen, selbst kleine, können bei fixierten Nerven einen Druck ausüben, oder größere sich in das lockere paravasculäre Bindegewebe hinein entwickeln, zu Blutungen führen, so daß die Nervenstränge blutig und ödematös durchtränkt sind. Periostimplantation in den Nervenstamm kann zu intraneuraler Ossification führen. Auf

länger dauernden Druck reagieren die Nerven fast immer mit Änderungen in ihrem Gefüge, obwohl sie manches Mal scheinbar unverändert sind. Andererseits kann der Nerv an dieser Stelle spindelig aufgetrieben oder auch dünner als normal sein. Hierbei spielen Atrophie einerseits und Neurombildung andererseits eine Rolle. Die Neurome können den ganzen Querschnitt einnehmen, konzentrisch liegen umgeben von einer Hülle intakter Nervenfasern oder exzentrisch und dann in die perineurale Narbe übergehend.

Bei höherem Sitz der Läsion kann die mechanische Zerstörungswelle das Spinalganglion erreichen und in Reizzustand versetzen. Es treten sofort heftige Schmerzen auf besonders bei Plexus- und Ischiadicusschüssen. Bei Wundinfektion ist gelegentlich auch schon Neuritis beobachtet worden, im allgemeinen führt jedoch bakterielle Infektion nicht zu Neuritis.

Die Chirurgie der peripheren Nerven ist in hohem Maße von den jeweiligen Anschauungen der Nervenphysiologie, Anatomie und experimentellen Pathologie abhängig. Nach Waldeyer faßt man die Ganglienzelle mit allen ihren Fortsätzen (Protoplasmafortsätze, Achsenzylinderfortsatz einschließlich des Achsenzylinders der peripheren Nervenfaser bis an sein Ende) als eine celluläre Einheit auf und bezeichnet sie als Neuron. Nach der Neuronentheorie ist das ganze Nervensystem aus lauter einzelnen Neuronen aufgebaut, die untereinander überall streng geschieden sind; nur dadurch, daß die Endausläufer des Achsenzylinders einer Nervenfaser sich eng an eine andere Ganglienzelle oder an die Endausläufer ihrer Protoplasmafortsätze anlegen (Synapse), stehen die einzelnen Neuronen durch Berührung (Kontakt, Kontiguität) miteinander in Verbindung. Ein kontinuierlicher Übergang des einen Neurons in das andere kommt nicht vor. Das Neuron unterliegt als anatomische Einheit dem Gesetz der Kernplasmarelation. Darunter versteht man das bei den einzelnen Zellarten konstante Verhältnis zwischen Kern und Plasmamasse. Wird also z. B. der Neurit an einer Stelle durchschnitten, so setzt der Zellkörper der Nervenzelle den Regenerationsvorgang des Neurits in Tätigkeit. Dieser geht jedoch stets eine Degeneration voraus.

Das periphere Stück einer durchschnittenen Nervenfaser unterliegt dem Gesetz der Wallerschen Degeneration, es degeneriert von der Durchschneidungsstelle bis in seine letzten Ausläufer und umfaßt

Markscheide und Achsenzylinder, dagegen bleiben die Zellen der Schwannschen Scheide, die Henlesche Scheide und die bindegewebigen intrafaszikulären Septen erhalten. Retrograd steigt die Degeneration am zentralen Stück der Nervenfaser nur einige Zentimeter (bis zur nächsten Ranvierschen Einschnürung) auf, kann aber bei hohem Sitz der Verletzung und entsprechender Intensität bis zur Ganglienzelle reichen. Verfolgt man die Degeneration am histologischen Präparat, so sieht man schon zwei Tage nach der Durchschneidung, wie das Mark der Myelinscheide sich retrahiert, indem die Lantermannschen Einschnürungen breiter werden, bis die zylindrokonischen Segmente der markhaltigen Nervenfaser sich in längliche Tropfen verwandeln, welche noch weiter zerfallen und zu größeren und kleineren Tropfen werden. Gleichzeitig wird der Achsenzylinder blaß, granuliert durch körnigen Zerfall der Fibrillen und verschwindet schließlich spurlos, so daß nach 15—20 Tagen jeder sichtbare Rest des Achsenzylinders verschwunden ist.

Inzwischen haben sich die Schwannschen Zellen des Neurilemms vergrößert, geteilt und mit dichter Protoplasmaschicht umhüllt, so daß die Nervenfaser sich zu einem dicken, massiven Strang granulierten Protoplasmas umwandelt, den syncytialen Büngnerschen Bändern. Diesen kommt eine fundamentale Bedeutung für die Regeneration zu, sie befinden sich etwa nach drei Wochen auf dem Höhepunkt der Entwicklung und bilden dann breite, scharf begrenzte und vollständig homogene Plasmabänder mit dicht aufeinander folgenden Kernen. Sie bilden die Wachstumsbahn für die vom zentralen Abschnitt aussprossenden und auswachsenden Neuriten, liefern ihnen Aufbaumaterial und üben möglicherweise einen Chemotropismus durch anlockende Substanzen aus. Je länger die Verletzung zurückliegt, um so schmäler werden die Bandfasern und schrumpfen schließlich zu ganz zarten Fasern zusammen. Am zentralen Stumpf sprossen sehr bald nach der Verletzung feine marklose Fasern aus, die sich durch Teilung stark vermehren und in die bindegewebige Wucherung und Narbenbildung an der Trennungsstelle eindringen, dort aber nicht vorwärts kommen. Sie biegen sich um, rollen sich auf, überkreuzen sich und verschlingen sich untereinander und bilden auf diese Weise das sogenannte Trennungsneurom. Bei nicht zu großer Distanz und weniger fester Narbe können die aussprossenden Fibrillen jedoch den peripheren Stumpf erreichen,

sie wachsen dort in den vorbereiteten Protoplasmabändern weiter, die sie nun nicht mehr verlassen können. Nach Borst und Bethe sollen die Fibrillen erst in den Schwannschen Zellketten, aber nur unter Mitwirkung zentraler Reize gebildet werden. Die Neubildung schreitet langsam peripherwärts fort, ihre Schnelligkeit ist von verschiedenen Umständen abhängig, z. B. die allgemeine Konstitution und körperliche Verfassung, das Lebensalter, Intoxikationszustände (Alkohol, Nikotin, Blei), der zeitliche Abstand zwischen dem Beginn einer wirklichen Regenerationsmöglichkeit (Operation) von der Verletzung, Beschaffenheit der Narbe, Länge des zu regenerierenden Nervenstammes, Höhensitz der Läsion, besondere Regenerationsfähigkeit einzelner Nerven, das spielt alles eine Rolle. Motorische Nerven sind im allgemeinen regenerationsfähiger als sensible, bekannt ist jedoch die starke Regenerationsfähigkeit des Trigeminus. Nach Stracker hängt die Dauer der Wiederherstellung der Motilität ab von der Entfernung des Muskels vom Rückenmark, nicht von der Entfernung der Verletzungsstelle vom Rückenmark. Foerster fand, daß bei distaler Verletzung z. B. des Medianus und Ulnaris am Handgelenk die Wiederherstellung des Daumenballens oder der Interossei fast dreimal so lange dauert als bei Unterbrechung derselben Nerven dicht oberhalb der Ellenbeuge die Wiederherstellung des Flexor carpi radialis und ulnaris. Nach Guleke ist der Beginn der Motilitätsrückkehr der Armnerven bei Verletzung in der Achselhöhle auf 5 bis 6 Monate zu berechnen, in der Höhe des Oberarms auf 3 bis 4 Monate, in der Höhe der Ellenbeuge und am Vorderarm auf 3 Monate. Weiter abwärts sind die Fortschritte dann ganz verschieden.

Die neugebildeten Fasern umscheiden sich bald mit Mark, Vorgang der Markreife, und zwar auch dort, wo sie den Anschluß an den peripheren Stumpf nicht erreichen, also nicht funktionstüchtig werden.

Aus den histologischen Untersuchungen und den bisherigen Erfahrungen kann man mit Sicherheit sagen, daß es eine prima intentio nervorum nicht gibt, sondern daß jeder Regeneration eine Degeneration vorausgehen muß.

Um die Diagnose einer Nervenlähmung zu stellen und deren Grad zu erkennen, muß man das Gesamtbild betrachten, das sich aus Motilitäts-, Sensibilitäts-, vasomotorisch-trophischer, sekretorischer Störung und dem elektrischen Prüfungsbefund ergibt. Man wird auf diese Weise

feststellen, ob 1. eine schwere totale Lähmung nach dem Typ der Querschnittsläsion oder 2. eine mittelschwere, partielle mit noch geringer Leitfähigkeit oder 3. eine leichte Lähmung mit Paresen vorliegt. Es ist aber mit klinischen Untersuchungsmethoden nicht festzustellen, ob eine totale Lähmung auf einer Kontinuitätstrennung oder auf einer Umschnürung durch Narbengewebe oder auf intraneuraler Neurombildung beruht. Auch mehrmalige Untersuchungen und Beobachtungen des Verlaufs bringen nicht immer Klarheit, ob der Nerv teilweise oder vollständig zerstört ist. Bemerkenswert ist, daß nicht jede Nervenschußverletzung mit Schmerzempfindung einhergeht. Manchmal wird das Gefühl eines heftigen elektrischen Schlages oder einer Verbrühung angegeben, meistens treten Schmerzen, andauernde oder wechselnde, nach Tagen oder nach 3 bis 8 Wochen auf. Ursache des Schmerzes ist nach Schloessmann ein erhöhter Reizzustand des sensiblen Nervenanteils durch das rein mechanische Trauma, oder er wird durch endoneurale Blutung, reaktive Exsudation und Schwellung hervorgerufen, oder beruht auf einer Erholung längere Zeit erschütterter und gelähmter Nervenfasern. In 27 % treten Nervenschmerzen erst spät auf, man muß da an Reizzustände infolge äußeren oder inneren Narbendruckes denken. Bakterielle Infektion an sich ruft keine Nervenschmerzen hervor, kann aber bestehende verschlimmern. Die Intensität der Schußschmerzen, besonders der anfallsweise auftretenden, erreicht zuweilen die stärksten Grade, die es überhaupt gibt.

Als 2. Symptom kommen Ausfallserscheinungen der Sensibilität und Mobilität in Frage. Dabei ist der Ausbreitungsbezirk eines geschädigten sensiblen Nerven immer durch das Übergreifen der benachbarten Hautnerven eingeengt. Auffälliger und schärfer begrenzt sind die motorischen Ausfallerscheinungen. Die gelähmten Muskeln werden schlaff, atrophisch und zeigen totale Entartungsreaktion. Durch Überwiegen der Antagonisten entstehen dann typische Kontrakturen. Bei partiellen oder dissoziierten Nervenlähmungen, wo also nicht alle zugehörigen Muskeln ausfallen, handelt es sich entweder um Muskeln, deren Nervenäste oberhalb der Verletzungsstelle den Stamm verlassen, oder um teilweise Läsion des Nerven, oder um diffuse Läsion, die zum Ausfall der vulnerableren distalen Muskelbahnen geführt hat.

Mittels der elektrischen Prüfung kann man feststellen, ob die Zuckung normal ist oder ob Entartungsreaktion vorliegt. Bei der partiellen Ent-

artungsreaktion sinkt die faradische und galvanische Erregbarkeit im Nerven, die faradische Erregbarkeit im Muskel nimmt ab, während die galvanische direkte Muskelreizung eine erhöhte Erregbarkeit, ein Überwiegen der Anodenschließungszuckungen, aber langsame Zuckungen aufweist. Die totale Entartungsreaktion besteht darin, daß nicht nur die Erregbarkeit vom Nerven, sondern auch die faradische des Muskels erlischt und ein allmähliches Sinken der galvanischen Muskelerregbarkeit auftritt. Sie tritt nach 2 bis 3 Wochen oder noch später ein. Oft sprechen aber von Haut bedeckte Muskeln und Nerven nicht an, während sie es, operativ freigelegt, noch tun.

Als 3. Symptom fehlen bei peripheren Nervenverletzungen Sehnenreflexe der innervierten Muskeln und Periostreflexe.

Das 4. Symptom der Nervenverletzung sind vasomotorische, trophoneurotische und sekretorische Störungen. Aussehen und Umfang des betreffenden Körperteiles verändern sich, die Haut wird bläulich und glänzend, die Schweißsekretion kann vermehrt oder vermindert sein. Röntgenologisch findet man meistens eine Aufhellung der Bälkchenstruktur der Knochen, also Atrophie.

1. Konservative Behandlung.

Die meisten Schußverletzungen zeigen zunächst totale Lähmung, nur ein kleiner Teil dissoziierte Lähmung. Bei einer größeren Anzahl, als man früher annahm, tritt spontane Restitution ein. O. Foerster berechnet auf seine 2160 Fälle 60 % vollkommener Wiederherstellung, 30 % Besserungen und nur bei 10 % keine Besserungen und meint, daß unter den Gebesserten bei längerer Beobachtungsdauer vielleicht auch noch vollkommene Heilungen eingetreten wären. Mit Rücksicht auf Spontanheilung wird also zunächst immer eine konservative Behandlung einsetzen müssen. An erster Stelle steht die Elektrotherapie in Form von Faradisation, wenn die faradische Erregbarkeit erhalten ist, andernfalls die direkte galvanische Schließungszuckungsreizung in Form der Längsdurchströmung oder der labilen Streichung. Das Wichtigste ist eine Atrophie der Muskulatur zu verhindern oder hinauszuschieben, deshalb behandelt man sie mit Massage, am besten Klopfmassage. Der Überdehnung der gelähmten Muskeln, den Schrumpfungskontrakturen und Gelenkversteifungen beugt man durch entsprechende Lagerung, Verbände und Schienen vor. Regelmäßige passive Bewegun-

gen sind unbedingt erforderlich. Bei Oedem Hochlagerung. Vor Verbrennung durch Heißluft muß man sich sehr hüten, stark eiternde, schwer heilbare Geschwüre können die Folge sein. Bei sensiblen Reizzuständen ist überhaupt vor heißen Voll- und Wechselbädern, Fangopackungen zu warnen. Antineuralgica und Narkotika haben hier auch keinen Dauererfolg und sind wegen der Suchtgefahr (Morphinismus) zu vermeiden. Oft lassen die Beschwerden nach 5 bis 6 Monaten nach bei frischen Verletzungen hilft manchmal Röntgentiefenbestrahlung. Wirksamer sind perineurale Novocainsuprarenininjektionen in die Verletzungsstelle oder zentral davon, länger anhaltend sind dagegen nach Foerster perkutane perineurale Alkoholinjektionen.

2. Operative Behandlung.

Als Operation kommt in Frage die Nervennaht, die Neurolyse, die Neurexhairese und die Methoden bei Defekten.

Vorbedingung nach Foerster:

1. Alles primär narbige Gewebe ist zu exzidieren.
2. Feinstes Nahtmaterial (Frauenhaar, feinste Seide), Naht darf nur das Perineurium erfassen.
3. Sorgfältige Blutstillung zwischen den Enden.
4. Strengste Asepsis, daher Spätoperation.

Die Frage Früh- oder Spätoperation ist leicht zu beantworten. Wenn man bei der primären Wundrevision eine totale oder teilweise Kontinuitätstrennung findet und man mit einer aseptischen Wundheilung rechnen kann, dann soll man Naht machen. Wenn mit einer spontanen Restitution nicht gerechnet werden kann oder solange eine Eiterung besteht, kommt als frühester Termin 8 Wochen nach Verschluß der Hautwunde in Frage. Nun gibt es aber eine nicht kleine Zahl von Schußwunden, wo eine primäre operative Wundversorgung nicht notwendig ist, z. B. bei kalibergroßen Infanteriegeschoßwunden, oder nicht möglich ist z. B. bei multiplen kleinsten Granat- und Minensplittern. Soll man nun bei diesen, wenn sie reaktionslos geheilt sind, bei vorliegenden Nervenschäden bald eingreifen? In dieser Hinsicht sind die Ansichten der Autoren noch geteilt. Gerade in letzter Zeit haben ausländische Chirurgen wieder den frühen Eingriff empfohlen. Sie zweifeln die

günstigen Erfahrungen O. Foersters hinsichtlich der spontanen Restitution an. Allein die sehr große Zahl eigener Beobachtungen dieser anerkannten Autorität zwingt uns dazu, meines Erachtens dem Rat desselben zu folgen und 5 bis 6 Monate abzuwarten, ob und inwieweit sich eine Wiederherstellung von selbst ergibt (Franz). Von dieser Regel gibt es natürlich auch Ausnahmen, so kann die Frühoperation bei Oberarmplexusverletzungen angezeigt sein, weil später die Narbenbildung und Verwachsungen mit Arterien, Venen und Brustfell immer fester werden und schwer zu lösen sind. Sodann in allen Fällen, bei denen sich eine Verschlechterung einstellt, sich eine in Restitution begriffene Nervenverletzung zur totalen Lähmung umbildet oder eine Parese neu auftritt. In diesen Fällen handelt es sich meistens um Narbenumklammerung, Aneurysmen- oder Kallusdruck.

Die Operation ist angezeigt:

1. Wenn alle Symptome der Querschnittsläsion vorliegen.
2. Bei partieller Entartungsreaktion dann, wenn keine weitere Besserung eintritt.
3. Bei dissoziierten Restlähmungen, bei denen Restitution wichtiger Muskeln oder Muskelgruppen nicht eintritt.
4. Bei starken Schmerzzuständen nach Erschöpfung der konservativen Behandlung ohne Rücksicht auf das Vorhandensein gleichzeitiger Lähmungen oder Paresen.
5. Bei starken mit sensiblen Reizerscheinungen gepaarten vegetativen Störungen. Hierher gehört das Ulcus trophicum.
6. Bei reflektorisch bedingten Haltungsanomalien, Kontrakturen und zentripetalen Innervationshemmungen.

a) Die Nervennaht.

Der Allgemeinnarkose ist vor der Lokalanästhesie der Vorzug zu geben, man soll auch nicht in Blutleere operieren, weil bei der nachfolgenden reaktiven Hyperämie Blutungen in den Nerven entstehen können, die den Erfolg der Naht in Frage stellen wegen der dadurch vermehrten Narbenbildung. Am Nervenquerschnitt ist sorgfältige Blutstillung erforderlich mittels feuchter, heißer Kompressen oder Auflegen kleiner Muskelstückchen für 10 bis 15 Minuten. Zur Erreichung eines glatten

Querschnittes sind scharfe Klingen notwendig, am Querschnitt sollen die Kabel der Faserbündel deutlich erkennbar sein. Die Naht mit nichtscharfen runden Nadeln soll nur das Perineurium erfassen, F o e r s t e r näht so dicht, daß die Zirkumferenz überall haarscharf abgeschlossen ist, z. B. Medianus 12 bis 14 Nähte, Jschiadicus 20 bis 25 Nähte. Der Hautschnitt muß so lang sein, daß man größere Strecken des Nerven zentral und peripher übersehen kann. Beim Freipräparieren des Nerven aus dem Narbengewebe muß sorgfältig auf abzweigende Muskeläste geachtet werden. Das Auffinden dieser Äste wird durch Benutzung der bipolaren Elektrode erleichtert. Durch abwechselndes Anspannen des zentralen und peripheren Nervenendes gelingt es allmählich, den Nerven aus der Narbe herauszulösen. Wenn bei völliger Kontinuitätstrennung die Stümpfe auseinandergewichen sind, erleichtert das am zentralen Stumpf gebildete Neurom oft das Auffinden. Die Naht soll ohne Spannung möglich sein. das kann bei nicht zu großem Defekt durch Mobilisieren des Nerven auf längere Strecke. durch entspannende Gelenkstellung, durch Verlagerung z. B. des Ulnaris von der Streckseite auf die Beugeseite und durch Nervendehnung ermöglicht werden. Doch muß die entspannende Gelenkstellung, worauf Leriche kürzlich mit Recht aufmerksam gemacht hat, physiologische Grenzen bewahren, wie sie dem Durchschnittsgebrauch im täglichen Leben entsprechen. Jedes Nervenkabel nach S t o f f e l mit dem anderen abgetrennten Ende wieder genau zu verbinden, ist praktisch nicht möglich und auch nicht erforderlich. Es genügt eine hinreichende Adaptierung der beiden Stümpfe ohne Verdrehung gegeneinander. was durch Haltefäden oder Beachtung längsverlaufender Gefäße erreicht werden kann. Die Nahtstelle muß vor neuer Narbenumklammerung geschützt werden. dazu ist Entfernung von Muskelnarben. Wegmeißeln und Glätten vorspringender Knochenenden und Verlagerung des Nerven zwischen normale Muskulatur oder im Notfall Umscheidung notwendig. Als Umscheidungsmaterial hat man mit fast allen verwendeten homoio- oder alloplastischen Mitteln keine oder wenige gute Erfolge gehabt. Entweder übt das Umscheidungsmaterial einen Fremdkörperreiz aus, schrumpft oder wird resorbiert. Zu erwähnen sind dekalzinierte Knochenröhrchen, präparierte Schweinsblasen und Tierarterien und Venen, Amnion, Eimembran, Galalithröhrchen, vulkanisiertes Drainrohr. Magnesiumröhrchen, ferner Umhüllung mit frei transplantierten oder gestielten Muskel-, Fett- oder Hautlappen und endlich Faszie. Das ungefährlichste all dieser Mittel scheint noch

(transplantierter oder) gestielter Fettlappen zu sein. Nach der Naht ist Fixation des Körperteils in entspannter Stellung für 6 Wochen nötig.

Kontraindikationen gegen Vornahme der Naht sind:

1. Nicht abgeschlossene Wundheilung.
2. Umfangreiche Haut- und Weichteilnarben an der Verletzungsstelle des Nerven.
3. Ankylosen und nicht zu beeinflussende Kontrakturen.
4. Umfangreiche Muskel- und Sehnendefekte im Nervenversorgungsgebiet.

b) Die Neurolyse.

Die Neurolyse oder Ausbettung des Nerven aus Narbengewebe ist eigentlich bei jeder Nervenoperation erforderlich. Man unterscheidet die äußere Neurolyse, die nur den Nerven herauslöst aus dem Narbengewebe, und die innere Neurolyse, bei der der Nerv im erkrankten Abschnitt und darüber aufwärts und abwärts hinaus in seine Faszikel sorgfältig aufgebündelt wird. Diese werden aus ihren Strangulationen befreit, primär getrennte Faszikel genäht, sehr veränderte Faszikel, die elektrisch nicht erregbar sind, werden reseziert und sekundär genäht. (Faszikuläre Naht.) Sind ein Teil gute Bündel im Nerv erhalten, der andere aber vernarbt und leitungsunfähig, so ist partielle Resektion und Naht erforderlich. Die nicht veränderten Faszikel legen sich in diesem Falle schleifenförmig zusammen. Wexberg führte noch die partielle Resektion ohne Naht aus in 12 Fällen und erzielte damit eine bedeutende und 8 Besserungen. Die Druckentlastung führte offenbar in diesen Fällen zur Restitution der übriggebliebenen Nervenfasern. Um zu erkennen, ob äußere Neurolyse genügt, oder innere Neurolyse bzw. Resektion und Naht erforderlich ist, untersucht man den freigelegten Nerven mittels Inspektion, Palpation, elektrischer Prüfung oberhalb und unterhalb der verdächtigen Stelle und physiologischer Kochsalz- oder Novocainsuprarenininjektion nach Hofmeister. Oft genügt zur Erkennung eines endoneuralen Neuroms Inspektion und Palpation, bei äußerlich unverändertem Nerv kann man unter Umständen bei Kochsalzinjektion eine Stauung der Flüssigkeit an einer bestimmten Stelle beobachten, über die sie auch bei vorsichtiger Massage nicht hinwegzubringen ist. Wertvoll für die Diagnose kann eine vor-

sichtige Längsspaltung in der Narbengegend sein. Entscheidend ist aber der elektrische Reizerfolg. Nach Foerster ist die innere Neurolyse bei Schmerzzuständen, die auf Verletzung gemischter Nervenstämme beruhen, die Methode der Wahl. Er hat sie in 42 Fällen ausgeführt, in 32 Fällen trat volle Heilung ein, in 5 Fällen eine solche Besserung, daß ein weiteres operatives Vorgehen überflüssig erschien, nur 5 Fälle erforderten nochmalige Operation, bei der die Leitungsunterbrechung proximal, dazu Alkohol- und Formalininjektion in den Nervenstamm, ausgeführt wurde. Vereisung mit Chloräthyl war unwirksam und führte bald zu Rückfällen. In manchen Fällen beruhen Neuralgien auf Knochen-, Holz- oder Geschoßsplittern im Nervenstamm, deren Entfernung zur Heilung führt. Nach Borchardt soll die innere reine Neurolyse in Fällen ausgeführt werden, bei denen es sich darum handelt, eine im Nervenstamm leicht auffindbare, wichtige motorische Bahn aus der narbigen Umklammerung zu lösen, ferner bei Schußschmerzen.

c) Operative Methode bei Nervendefekten.

Für die Restitution zerschossener oder durch Narben in ihrer Kontinuität unterbrochener Nerven am günstigsten ist immer die direkte Naht, sie ist daher mit allen Mitteln anzustreben. Bei geringen Defekten hilft man sich mit der Dehnung der Nerven durch allmählichen aber intensiven Zug vor der Resektion oder Anfrischung der Nervenstümpfe, da man dann fester zufassen kann. Den zentralen Abschnitt wird man dabei mehr schonen als den peripheren. Zweckmäßig ist ferner ein Freipräparieren des Nerven auf 10—15 cm nach beiden Richtungen. Weitere Annäherung der Nervenenden erreicht man noch durch entspannende Gelenkstellung und Verlagerung des Nerven vor allem bei Ulnaris- und Radialisdefekten. Bestehen gleichzeitig Pseudarthrosen, so kann noch Knochenresektion in Erwägung kommen. Gelingt die Überwindung der Distanz auf diese Weise nicht, müssen Überbrückungsmethoden angewandt werden, entweder freie Nerventransplantation, Lappenplastik oder Tubulisation. Brauchbare Erfolge verspricht mehr die freie Nerventransplantation, bei der sensible Hautnerven desselben Individuum je nach Dicke einfach oder zu mehreren Stücken nebeneinander mittels Nähten dazwischengesetzt werden. Gegenüber dieser Autoplastik sind in letzter Zeit von französischen Chirurgen Heteroplastiken empfohlen worden, z. B. frisch resezierte Hundenerven oder konser-

vierte bei Amputationen gewonnene menschliche Nerven (Leriche, Fontaine, Nageothe). Gosset und andere empfehlen das frische bindegewebsarme Rückenmark junger Kaninchen und Katzen zu nehmen. Erfolge dieser Methoden sind abzuwarten. Mit der Lappenplastik, bei der gestielte Lappen aus dem peripheren oder zentralen Stumpf umgeklappt und vernäht werden, liegen, wenn auch wenige, Erfolge vor (Ranschburg, Guleke). Dasselbe gilt für die Tubularnaht mit leeren Venen- oder Arterienrohr bei kurzen Defekten bis zu 3—4 cm, das leere Rohr soll hier die Wachstumsrichtung lenken. Eine andere Methode ist die direkte Nervenimplantation in den Muskel nach Heinecke-Erlacher, wenn der Nerv direkt am Muskel abgeschossen oder das periphere Ende unauffindbar ist. Das Prinzip der Nervenpfropfung beruht darauf, für einen zerschossenen Nerven bei unüberbrückbarem Defekt einen anderen Nerven als Kraftspender zu verwenden, indem man den peripheren gelähmten Stumpf in den gesunden Nerven einpfropft. Nach Hofmeister kann der gesunde Nerv auch als Brücke benutzt werden, indem man beide Stümpfe mittels feinen Längsschnittes ohne Verletzung der Nervensubstanz in ihn einschiebt.

Erfolge der Nervenoperationen.

Um die Erfolge richtig beurteilen zu können, muß wegen der langsamen Heilungstendenz der Nerven eine genügend lange Zeit nach der Operation verstrichen sein. Der endgültige Erfolg liegt bei Nerven der oberen Extremität erst nach 2 bis 3 Jahren, bei der unteren Extremität nach 3 bis 4 Jahren vor. Abhängig sind die Erfolge, abgesehen von einwandfreier Technik und richtiger Indikationsstellung betreffs der anzuwendenden Operationsmethode, in hohem Maße von der genügend langedauernden Nachbehandlung. Auffallen muß es indessen, daß einige Chirurgen sich von Elektrizität und Massage keinen besonderen Erfolg versprechen. Ob aber ein Erfolg überhaupt zu erwarten ist, kann man aus der Kenntnis des frühesten bzw. spätesten Termins des Besserungseintritts bei den einzelnen Nerven sagen. Ranschburg beobachtete nach Radialisnähten von 148 Fällen den Eintritt der Besserung bei 106 = 71,6 % im ersten, bei 42 = 28,4 % erst im zweiten Jahr. Spielmeyer sah nach Ischiadicusnaht die beginnende Funktionsrückkehr erst nach 2 bzw. 2½ Jahren, Perthes nach Peroneusnaht erst nach 2¼ Jahren. Die längste Wartezeit teilt Sudeck mit; nämlich erst

3¾ Jahr nach einer Radialisnaht traten die ersten Anzeichen der Bewegung ein, die Restitutio ad integrum folgte in kurzer Zeit.

Die Reihenfolge der Funktionsrückkehr ist gewöhnlich: Empfindung für Schmerz und hohe Temperatur, Motilität, die meist plötzlich wiederkehrt, dann erst Sensibilität und vasomotorisch-trophische Funktion.

Die Wertigkeit der Statistiken ist verschieden, weil Erfolg bzw. Mißerfolg nicht eindeutig und gleichmäßig definiert ist. O. Foerster versteht unter Heilung gemischter Nerven die willkürliche Funktion aller Muskeln, nur die Mm. interossei pedis kann man außer Betracht lassen.

Die Friedensstatistik von Franz, 1898, umfaßt 614 Nervennähte mit 460 Erfolgen = 75 %. Der englische Sanitätsbericht gibt bei 1/3 bis 2/3 gute Resultate bei Nähten an, der amerikanische 34 % gute, 36 % mittelmäßige und 30 % Mißerfolge bei insgesamt 470 Operationen und Zusammenfassung von Naht, Neurolyse und Transplantation. Hier erzielt O. Foerster bei 579 Fällen 60,6 % Heilungen, 35,9 % Besserungen, d. h. 96,5 % Erfolge und 31, % Mißerfolge.

Die deutschen Statistiken über Erfolge der Nervennaht allein schwanken zwischen 12,7 % und 97 %, was nicht nur mit der Indikation, der Technik und Beobachtungszeit zusammenhängt (Franz). Auf die einzelnen Nerven verteilen sich die Erfolge so: Musculocutaneus 82 %, Axillaris 78,6 %, Radialis 72 %, Ischiadicus 70 %, Medianus 69 %, Ulnaris 57 %, Tibialis 46 %, Peroneus 38 % (Deutsche Sammelstatistik). Bessere Erfolge hat O. Foerster, unterschieden in Heilung und Besserung: 86,4 % H., 13,6 % B. bei Musculocutaneus; Axillaris 81,2 % Heilung, 8,8 % B., Peroneus 62,5 % H., 31,3 % B., Tibialis 60 % H., 40 % B., Radialis 56 % H., 39,4 % B., Ulnaris 43,9 % H., 54,9 % B., Medianus 41 % H., 56,6 % B. Der amerikanische Sanitätsbericht, dessen Fälle aber z. T. nicht von Neurochirurgen nachgeprüft sind, gibt folgende Zahlen an: Medianus 12 % H., 56 % B., Radialis 11 % H., 66 % Besserung, Ulnaris 5 % H., 72 % B., Ischiadicus 1 % H., 60 % B., Plexus brachialis 0 % H., 100 % B., Tibialis 0 % H., 50 % B., Peroneus 0 % H., 100 % B.

Erfolge der Neurolyse.

Die Neurolyse hat bei richtiger Indikationsstellung sehr gute Erfolge. Bei Neurolysen vor Ablauf von 5 bis 6 Monaten nach der Verwundung

bestehen aber immer Zweifel, ob die Restitution nicht auch spontan eingetreten wäre, man soll daher erst später operieren. Die durchschnittliche Heilungsdauer bei äußerer Neurolyse beträgt 9,4 Monate, bei innerer, und der mit faszikulärer Naht verbundenen 18 Monate. Die Erfolge betragen nach deutschen Statistiken insgesamt 37,2 bis 100 %. Foerster hatte mit der äußeren Neurolyse bessere Erfolge als mit der inneren. Bei 127 äußeren Neurolysen hatte er 92 % H., 7 % B., bei 52 inneren Neurolysen 35 % H., 59 % B., innere Neurolyse mit faszikulärer Naht ergab 66,6 % H. und 33,4 % B. Nach amerikanischer Statistik liegen 7 % gute, 57,7 % mittelmäßige und 54,3 % Mißerfolge vor.

Erfolge der Überbrückungsmethoden.

Infolge der Schwere der Fälle sind hier die Erfolge nicht sehr günstig. Bei Autoplastik sah O. Foerster in 21 Fällen 5mal Heilung, 12mal Besserung und 2 Mißerfolge, sie kommt nur bei Defekten von 3—6 cm in Frage. Ganz zweifelhaft sind die Erfolge bei Homoio- und Heteroplastik, zu verwerfen ist die Edingersche Agarröhre. Gute Erfolge hat oft die Nervenimplantation in den Muskel. Foerster hatte in 21 Fällen 12mal Heilung, davon 8 in den ersten 3 bis 6 Monaten und 2mal Besserung. Die Nervenpfropfung mittels Kopulation führte O. Foerster in 17 Fällen aus, 2mal Heilung, 8 sehr gute, 7 mäßige Erfolge, bei 6 Fällen von Inokulation 2mal Heilung, 4mal Besserung. Die Erfolge der Überbrückungsmethoden sind durchwegs nicht so günstig, die Nervennaht ist daher mit allen Mitteln anzustreben.

Schußverletzungen der einzelnen peripheren Nerven.

Die oberen Extremitäten haben nach einer Statistik von Borchardt, die 3872 Fälle umfaßt, eine größere Zahl Nervenschußverletzungen als die unteren Extremitäten, nämlich 73,4 % bzw. 25,5 %. Die einzelnen Nerven werden der Reihenfolge nach am häufigsten getroffen: Radialis, Ischiadicus, Ulnaris, Medianus, Plexus brachialis. Der amerikanische Sanitätsbericht findet bei 1670 Nervenschußverletzungen bei 78,8 % die oberen, bei 21,3 % die unteren Extremitäten betroffen, der französische bei 23 519 Fällen 61,6 % bzw. 38,4 %, der englische bei 1328 Fällen 73,0 % bzw. 27 %.

Er entspringt von C 5 — Th 1, diese Wurzeln bilden einen lateralen, medialen und hinteren Strang, von dem aus die Äste für Rumpf und Schulter sowie Arm ausgehen. Die Bildung des Plexus brachialis ermöglicht Variationen, so daß bei gleicher Schußhöhe die Ausfallserscheinungen verschieden sein können. Meist ist bei Plexusschüssen ein Teil der Nerven nur durch Commotio infolge des Seitenstoßes durch das Geschoß gelähmt. Diese Erscheinungen bilden sich nach wenigen Wochen zurück. Totale Lähmung des ganzen Plexus ist selten. Man muß sich davor hüten, eine vollkommene Spontanrestitution zu erwarten, wenn ein Teil der Ausfallserscheinungen sich zurückbildet; sobald bei partieller Entartungsreaktion keine Besserung oder eine Verschlechterung eintritt, oder komplette Entartungsreaktion vorliegt, ist Operation indiziert, damit nicht durch Narbenbildung Schädigungen verursacht und die Verhältnisse zu unübersichtlich werden. Bei Defekten darf nur der periphere Stumpf weithin gelöst und gedehnt werden, durch Adduktion und horizontale Elevation des Armes erreicht man weitere Annäherung der Stümpfe. Die Prognose bei Plexusoperationen ist gut. Foerster hat bei 39 Plexusoperationen 101 Nervennähte gemacht mit 62 Heilungen, 27 Besserungen und 3 Mißerfolgen, 8 unbestimmt wegen zu kurzer Beobachtungsdauer und 66 Neurolysen mit 48 Heilungen, 13 Besserungen, 1 Mißerfolg und 4 unbestimmten. Er weist auf die relativ schlechten Ergebnisse beim Radialis, Ulnaris und Medianus hin, betont aber im Gegensatz zu anderen, daß gerade die Naht ganzer Stränge ausgezeichnete Erfolge ergibt. Der amerikanische Sanitätsbericht gibt 33 % gute, 37 % mittelmäßige und 29 % schlechte Ergebnisse an.

Schloessmann betont die Häufigkeit der Neuralgien bei Plexusschüssen, bei 23 Halsplexusverletzungen fand er 18 = 78 % mit Neuralgien, bei 27 Achsel- und Oberarmplexusverletzungen 21 = 77 %. Die Gründe sollen in der Fernwirkung des Geschosses auf die sensiblen Ganglienzellen liegen (38 Fälle mit primärem Schußschmerz), oder auf Narbendruck beruhen (18 Fälle mit sekundärem Schußschmerz).

Von den Ästen des Plexus brachialis sind nur der Nervus cutaneus brachii medialis und der Nervus cutaneus antibrachii medialis rein sensibel, die übrigen haben motorische und sensible Fasern. Anastomosen zwischen den verschiedenen Nerven können über den wahren Funktionsausfall täuschen. Am häufigsten ist der Radialis verletzt auf

Grund seines Verlaufes um den Humerus, er hat aber dafür die beste Heilungsaussicht. Nach Foerster hatten 397 Radialisnähte bei 72 % Erfolg, bei 28 % Mißerfolg. Foerster selbst erzielte bei 109 Nähten bei 95,4 % Erfolg, und zwar 56 % Heilungen, 39,4 % Besserungen, 4,6 % Mißerfolge; bei 31 Neurolysen hatte er 24 Heilungen und 6 Besserungen. Insgesamt ergab die Neurolyse 68,2 % Erfolge im Durchschnitt. Bei den Amerikanern waren die Resultate schlechter, bei Nähten 11 % gute, 66 % mittelmäßige und 22 % Mißerfolge. Nähte, Neurolysen und Transplantationen zusammen ergaben 23 % gute, 30 % mittelmäßige und 46 % Mißerfolge. Selten tritt bei Radialisverletzungen Neuralgie auf, nach Schloessmann bei 51 Fällen nur 9 %.

Die Ulnarislähmung, kenntlich durch die Krallenstellung der Hand, hat keine so günstige Prognose. Nervennähte ergaben bei 228 Fällen einer Sammelstatistik 57 % Erfolge, 43 % Mißerfolge. O. Foerster hatte bei 64 Fällen 43,9 % Heilungen, 54,9 % Besserungen, 0,8 % Mißerfolge, bei 24 Neurolysen 16 Heilungen, 8 Besserungen. Bessere Erfolge als wir haben die Amerikaner in ihrer Sammelstatistik aufzuweisen: bei der Naht 5 % gute, 72 % mittelmäßige, 22 % Mißerfolge. Neurolysen und Transplantationen zusammen hatten 12 % gute, 55 % mittelmäßige, 31 % Mißerfolge.

Bei veralteten Lähmungen ist es wichtig zu wissen, daß Nervennaht bei bestehendem starkem Muskelschwund und Beugekontraktur praktisch keine Erfolgsaussichten hat. Hier ist Schienenbehandlung noch mehr als beim Radialis erforderlich. Günstiger ist die Nahtprognose des Ulnaris bei gleichzeitiger Medianuslähmung, weil dann die Beugekontraktur nicht eintritt bzw. erst, wenn der Medianus vor dem Ulnaris restituiert.

Medianuslähmungen sind nicht so typisch und täuschen oft über den Tatbestand. Auffällig ist eine Streckstellung des Zeigefingers, am Vorderarm fehlt die Pronation. Schwerer sind dagegen die Gefühls-, trophoneurotischen, vasomotorischen und sekretorischen Störungen. Die Prognose ist ähnlich wie beim Ulnaris. Nach O. Foersters Sammelstatistik unter 198 Nervennähten 69 % Erfolg, 31 % Mißerfolg, Foerster selbst hatte bei 83 Nähten 41 % Heilungen, 56,6 % Besserungen, 2,4 % Mißerfolg, bei 31 Neurolysen 26 Heilungen, 5 Besserungen, 1 Mißerfolg. Der amerikanische Sanitätsbericht führt bei Nervennähten, Neurolysen und Transplantationen zusammen für den

Medianus 58 % gute Erfolge, 28 % mittelmäßige, 14 % Mißerfolge auf. Isolierte Verletzungen des Nervus musculocutaneus und axillaris sind selten und haben eine günstige Nahtprognose.

Nicht so häufig als an der oberen Extremität sind Nervenverletzungen an der unteren Extremität. Am wichtigsten ist die Ischiadicusverletzung wegen der völligen Lähmung des Beines und der bei 67 % (nach Schloessmann) auftretenden Neuralgien. Die Nahtprognose ist nicht ungünstig, die deutsche Sammelstatistik gibt bei 121 Fällen 70 % Erfolge, 30 % Mißerfolge an, die amerikanische 1 % gute, 60 % mittelmäßige und 38 % Mißerfolge. O. Foerster hatte dagegen bei 44 Fällen 34 % Heilungen, 60 % Besserungen, 6 % Mißerfolge.

Die Tibialisnaht hat nach einer deutschen Sammelstatistik bei 167 Fällen nur 46 % Erfolg, 54 % Mißerfolg, nach der amerikanischen 50 % mittelmäßige, 50 % schlechte Erfolge. O. Foerster hatte dagegen auch hier 60 % Heilungen, 40 % Besserungen, keinen Mißerfolg.

Am schlechtesten sind die Erfolge bei Peroneusnähten, die deutsche Sammelstatistik führt bei 152 Fällen nur 38 % positive, 62 % negative Ergebnisse auf, die amerikanische dagegen 0 % gute, 50 % mittelmäßige und 50 % negative. O. Foerster hatte auch hier viel bessere Ergebnisse, nämlich 62,5 % Heilungen, 31,5 % Besserungen, 6,2 % Mißerfolge.

Neurolyse oder Nerven-Resektion und -Naht?

Diese Frage ist im wesentlichen abhängig von der Art der Nervenverletzung, von ihrer Ursache, vom Nerven selbst, ob er mehr motorisch oder sensibel ist, von der Anschauung und Kenntnis der anatomischen und physiologischen Grundlagen, vom Zeitpunkt der Operation und von ihren technischen Möglichkeiten. Sie ist weiter abhängig vom Untersuchungsbefund vor der Operation, vor allem aber während der Operation. Ihre Beantwortung wird erleichtert durch die bisherigen Erfahrungen über die Heilungsaussicht nach den betreffenden Operationsmethoden. Sie steht und fällt mit der Stellung der richtigen Diagnose und Indikation zur Operation.

Zunächst folgen die Äußerungen der Autoren, so sagt Franz in seinem Lehrbuch der Kriegschirurgie: „Die Neurolysen sind im Anfang des Krieges zahlreicher als zum Schluß gemacht worden. Einmal weil man sich häufig durch das anscheinend normale Aussehen des aus seinen Narben gelösten Nerven täuschte, sodann auch wohl, weil man intra-

operativ von der elektrischen Reizung weniger ausgiebigen Gebrauch machte. Hauptsächlich aber weil man sich vor der Naht scheute, solange bei zentraler Reizung wenigstens mehrere Nervenbahnen ansprachen. Die wachsende Erfahrung lehrt aber, daß die Technik der endoneuralen Neurolyse und die Naht der einzelnen Faszikel sehr viel schwerer war und daß andererseits die Wiederherstellung auch der trotz erhaltener Leitungsfähigkeit durchtrennten Faszikel nichts zu wünschen übrig ließ. Tatsache ist, daß jedenfalls nicht selten ergebnislose Neurolysen durch spätere Resektion mit Naht zur Heilung gebracht werden. Wichtig ist die Läsionsstelle am Nerven. Bei hohem Sitz und Ansprechen nur der nächsten proximal abgehenden Äste wird man sich eher zur Resektion und Naht entschließen als bei tiefem. Ferner ist wichtig der Umfang der Nervenbahnen, die elektrisch ansprechen. Sprechen alle nur mit Ausnahme der distalen an, so wird man weder eine Neurolyse noch eine Naht machen, weil man mit Restitution auch dieser rechnen kann. Und nur, wenn die übliche Restitutionszeit auch für diese verstrichen ist und der Ausfall für den Beruf von Wichtigkeit ist, wird man auch diese Bahnen operativ angehen."

Nach Borchardt waren die Resultate der äußeren Neurolyse, wie die Statistik ergab, nicht immer befriedigend und zwar deshalb, weil die Indikationsbreite mangels genügender Erfahrung zu weit gezogen wurde, und weil man sich auf die äußere Neurolyse beschränkte auch in Fällen, wo der Nerv selbst verletzt war. In der Regel sind bei äußeren Verwachsungen auch innere vorhanden, die leicht übersehen werden können. In solchen Fällen leistet dann die äußere Neurolyse nur Unvollkommenes. Je länger der Zeitpunkt der Verletzung her ist, desto schlechter sind die Aussichten für die äußere Neurolyse (Statistik von Ranschburg). Das Indikationsgebiet für eine totale innere Neurolyse ist schon aus anatomischen Gründen eng begrenzt; bei zerstörtem Nerv also noch enger. Borchardt ist der Ansicht, daß man die Erfolge, die mit den beiden Operationsmethoden erzielt werden (Neurolyse und Naht), nicht miteinander vergleichen sollte, denn das Indikationsgebiet für beide ist eben verschieden. An anderer Stelle sagt Borchardt: Die Entscheidung zur Resektion erscheint als die folgenschwerste und schwierigste. Und doch ist ihre Indikation bei völliger Durchtrennung absolut gegeben. Auch bei starker endoneuraler Narbenbildung und wenigen erhaltenen Fasern, bei gleichzeitig wenig befrie-

digendem Ausfall der elektrischen Prüfung ist die Resektion einer ausgiebigen inneren Neurolyse entschieden vorzuziehen, weil nach dieser die erneute Narbenbildung im Nerven den Operationserfolg gewöhnlich vereitelt. In dieser Hinsicht sind die Indikationen zur Resektion wesentlich zu erweitern. Für eine erfolgreiche Naht sind glatte, narbenfreie und normal aussehende Nervenstümpfe unbedingt notwendig. Die meisten Mißerfolge der Neurolyse sind darauf zurückzuführen, daß sie bei ungeeigneten Fällen statt der Resektion ausgeführt wurden.

O. Foerster, der wohl die besten Erfolge mit beiden Operationsmethoden aufzuweisen hat, schreibt: „Da, wo der freigelegte Nerv seine Kontinuität bewahrt hat, darf man sich auf keinen Fall einfach mit der äußeren Neurolyse begnügen. Es ist leider in dieser Hinsicht viel versehen worden. Ich habe eine sehr große Zahl von Fällen nachbehandelt, bei denen von anderer Seite zuvor eine Nervenoperation vorgenommen war. Die Zahl der Mißerfolge ist in diesen Fällen enorm groß. Eine Prüfung der Operationsberichte deckt als eine wesentliche Quelle der Mißerfolge auf, daß bei erhaltener Kontinuität einfach die Neurolyse gemacht wurde an Stelle der Resektion mit nachfolgender sekundärer Naht. Nun lehrt ja schon in einer sehr großen Zahl von Fällen, in denen wir den freigelegten Nerv in seiner Kontinuität erhalten finden, der bloße äußere Aspekt und die Palpation des Nerven, daß er Sitz schwerster Veränderungen mit totaler Leistungsunfähigkeit ist, daß also die Resektion der Nervennarbe oder des veränderten Nervenabschnittes mit sekundärer Naht unbedingt erforderlich ist. Es folgt die Forderung, in jedem Fall die Leitungsfähigkeit durch elektrische Reizung zu prüfen, am freigelegten Nerv und oberhalb der Läsionsstelle, da selbst bei völliger Kontinuitätstrennung einige Fibrillen manchmal durch das Zwischengewebe oder anliegende Muskeln in den peripheren Stumpf gewachsen sind. Ergibt direkte Reizung des Nerven oberhalb der Läsionsstelle gar keinen Effekt, so ist die Resektion der Narbe mit sekundärer Naht vorzunehmen. Resektion kommt ebenfalls in Frage, wenn nur ein Teil der versorgten Muskeln innerviert wird, und zwar wichtige Muskeln.“ Innere Neurolyse nimmt Foerster statt Resektion dann vor, wenn nur einzelne Muskeln nicht funktionieren, wie Daumenballen, Interossei usw.

Foerster schreibt weiter: „Ich muß auf Grund meiner ausgiebigen Erfahrungen bemerken, daß der inneren Neurolyse keine zu breite

Anwendung eingeräumt werden darf; ich bin im Lauf der Zeit mehr und mehr von ihr abgerückt und zur Resektion mit Naht übergegangen; schon deshalb, weil die letztere technisch einfacher ist als die oft sehr komplizierte Aufbündelung mit nachfolgender sekundärer Naht.

Ich muß ferner den Standpunkt, den ich in meinem Bonner Referat noch 1917, Seite 109, eingenommen habe, daß ich nämlich da, wo äußerlich am Nerven gar nichts Krankhaftes zu fühlen oder zu sehen ist, mich mit der äußeren Neurolyse begnügt habe, selbst wenn der freigelegte Nerv elektrisch nicht erregbar war, jetzt dahin abändern, daß in solchen Fällen doch unbedingt zu resezieren ist, da sonst Fehlresultate entstehen können. Nur da, wo der freigelegte Nerv elektrisch für alle Muskeln erregbar ist, ist die äußere Neurolyse berechtigt. Die elektrische Prüfung ist also das Wesentliche und Entscheidende."

Daß der Operationstechnik Grenzen gesetzt sind, darauf weist auch Borchardt sehr deutlich hin, wenn er schreibt: „Die Auslösung erhaltener Bahnen aus der Narbe wird um so schwieriger, je länger die Narbe, je härter und dicker sie ist. Von reiner totaler innerer Neurolyse ist dann unbedingt Abstand zu nehmen. Forciert man sie, so kann es passieren, daß man nach mühsamer Arbeit nur noch ein Bündel stark veränderter, durch Narbenbrücken miteinander verbundener Nervenfasern vor sich hat. Es kann auch vorkommen, daß man bei der Aufsplitterung die Struktur des Nerven peripher und zentral trotz aller Sorgfalt weiter zerstört, als es bei primärer partieller oder totaler Resektion geschehen wäre. Ich war einige Male nach mühsamen Versuchen der Aufbündelung so wenig von dem Resultat befriedigt, daß ich es vorzog, die Operation mit einer Totalresektion zu beenden. Ich habe also zweifellos Schädigungen von zu weitgehender Aufbündelung gesehen und habe es manchmal bereut, daß ich der Methode mehr zugetraut habe als sie aus normal-anatomischen und pathologisch-anatomischen Gründen zu leisten imstande ist."

Ranschburg, der über ein großes, sehr gut und lange Zeit hindurch beobachtetes Material verfügt, ist von den Erfolgen der inneren Neurolyse auch nicht begeistert. Er warnt davor, jeden postoperativen Erfolg auf die Operation zu beziehen, da oft zur Operation vorgesehene Fälle spontane Besserungen und schließlich völlige Wiederherstellungen zeigten. Von seinen 504 Fällen, davon 247 äußere und 158 rein innere Neurolysen, konnte er bei ersteren 37,25 % Erfolg, bei letzteren 42,4 %

Erfolg feststellen. Das erscheint wenig. Interessant ist aber, daß auch Ranschburg bei kurzer Beobachtungszeit und kleinen Zahlen fast 100 %igen Erfolg feststellen konnte. Ranschburg hat im Gegensatz zu Foerster, Perthes und Borchardt seit Anfang 1916 das Indikationsgebiet für innere Neurolysen wesentlich erweitert, nur so lassen sich auch seine schlechten Ergebnisse erklären. Er führte die Resektion nur dort durch, wo in homogenen Narben Nervenstränge überhaupt nicht isolierbar waren, bei etwaigem positivem elektrischem Reizerfolg aber nicht.

Auch Heile ist betreffs innerer Neurolyse sehr vorsichtig. Er stellte fest, daß bei starker Auffaserung der Nervenbündel die Wiederherstellung sehr spät eintrat und empfahl die Isolierung einzelner Bahnen zu unterlassen.

Stracker-Spitzy haben bei 20 inneren Neurolysen nur 10 Besserungen, Stracker führt das geringe Resultat auf die grobe Technik, die es unmöglich macht, die feinen Bündel eines schußverletzten Nerven aufzulösen.

Schloessmann berichtet, daß nach seinen Operationserfahrungen eine äußere Umklammerungsnarbe isoliert und ohne gleichzeitige endoneurale Schwielen- und Narbenentwicklung überhaupt selten vorkomme. Bei einigen Fällen von Spätschmerz fanden sich regelmäßig nach der Auslösung des Nerven aus den ummauernden Scheidennarben in seinem Innern typische Verdichtungen, Indurationen oder knotenartige, zuweilen rosenkranzförmige schwielige Auftreibungen vor.

Eine Erklärung für die zu Anfang des Weltkrieges im Verhältnis zur Neurolyse schlechteren Ergebnisse der Nervennaht gibt Geinitz. Er führt einen Fall von Medianusnaht aus Ranschburgs Material an, der erst nach dem 12. Monat post operationem Beginn der Heilung zeigte. „Die Häufigkeit des Heilungseintrittes ist eine Funktion der fortschreitenden Zeit", und zwar ist die günstigste Zeit 9 bis 12 Monate nach der Operation. Die Resultate bei Nervennähten mußten daher bei Anstalten, die ihre Fälle nur ½ Jahr beobachteten, ungünstiger erscheinen.

Auch Perthes weist darauf hin, daß das endgültige Ergebnis nach Nervennaht an der oberen Extremität erst nach 3 Jahren, an der unteren nach 4 Jahren nach der Operation voll beurteilt werden kann.

Nach Perthes und Spielmeyer haben histologische Untersuchungen ausgeschnittener Narbenstücke aus Nerven gezeigt, daß neugebildete Nervenfasern in wohlgeordneten Bündeln Narbengewebe bis 1,5 cm Länge überwunden hatten, Anschluß an den peripheren Stumpf gefunden hatten und markreif, also theoretisch funktionstüchtig geworden waren, ohne daß aber nach 2 Jahren die praktische Funktionstüchtigkeit wieder eingetreten wäre. Daß zahlreiche Nervenfasern die bindegewebige Narbe durchwachsen, ist selten, vereinzelte Fäserchen und kleinste Faserbündel finden ab und zu am peripheren Stumpf Anschluß, haben aber praktisch wenig Bedeutung. Am schlechtesten durchdringen regenerierende Fasern intensive Bindegewebsfaserung bei entzündlichen Vorgängen in der Narbe, etwas besser dagegen organisierte Blutungen. Auch diese Tatsache spricht also für die Resektion und sekundäre Naht, wenn elektrische Prüfung am zentralen Ende negativ ausfällt.

Bei einer Ischiadicusschußverletzung berichtet Spielmeyer, daß die äußere Gestalt und das Volumen des Nerven sich als unverändert erwies, es fühlte sich nur etwas derb an und wurde deshalb reseziert. Die histologische Untersuchung ergab: keine unverletzten Nervenfaserbündel in der Narbenstelle.

Wexberg äußerte sich zu den Resultaten, die er mit Neurolyse und Nervennaht hatte, folgendermaßen: Die Resultate der Neurolyse bei bestehender Nervennarbe sind schlecht, deshalb ist in diesen Fällen die Indikation zu vorsichtiger partieller, evtl. totaler Resektion und anschließender Naht gegeben.

Geinitz weist an einer andern Stelle darauf hin, daß nach den statistischen Berechnungen Wexbergs für Nervennähte bis zum Jahre 1916 die Erfolge 49,4 % betrugen, für die Jahre 1917 und 1918 aber 61,5 %. Diese Zahlen sprechen einerseits für eine genügend lange Beobachtungsdauer, andererseits für die Nervennaht selbst.

Nach Lehmann ist die Resektion und Naht da angezeigt, wo man auf Grund des klinischen und intraoperativen Befundes eine vollkommen irreparable Leitungsunterbrechung annehmen muß. Zu platten Strängen veränderte Narben geben Indikation zur Resektion, aber nur dann im ganzen Querschnitt, wenn keine intakten Fasern mehr vorhanden sind, sonst ist die partielle Resektion und Naht am Platze. Neurome, bei denen man auch noch nach Anwendung aller Orientierungsmethoden

noch im Zweifel ist ob die Resektion gerechtfertigt ist oder nicht, soll man resezieren, wenn sie sehr derb sind und der Nerv eine günstige Nahtprognose gibt. Sieht man aber die Möglichkeit einer Regeneration nach einfacher Exo- oder Endoneurolysis, so begnügt man sich damit. Hat man sich getäuscht, so kann man nach 3 bis 4 Monaten den Nerven wieder freilegen und resezieren. — Dazu können wir heute sagen, daß man das nach 4 Monaten noch nicht sehen kann. — Besondere Vorsicht mit Resektionen ist bei Frühoperation und bei Plexus-brachialis-Verletzungen erforderlich. Die Neurolyse empfiehlt L e h m a n n auch dann, wenn der Nerv im Knochenkallus verläuft, sehr verändert und durch die Ischämie porzellanweiß aussieht und nicht auf elektrische Reize anspricht, sondern nur palpatorisch sich nicht endoneural verändert erweist. Um festzustellen, ob der äußeren Neurolyse die innere folgen muß, können ein oder mehrere Längsschlitzungen des Neurilemms oder Perineuriums gemacht werden.

Zur Endoneurolyse schreibt L e h m a n n : „Die meisten Autoren stimmen darin überein, daß man am veränderten Nerven, mag es sich nun um endoneurale Verwachsungen oder partielle Neurome usw. handeln, auf außerordentliche Schwierigkeiten stoßen kann. So wohlbegründet der Gedanke ist und so erstrebenswert es wäre, einzelne Bahnen, deren Intaktheit wir aus dem klinischen oder elektrischen Befund annehmen können, mit Hilfe der Endoneurolysis aus der Narbe zu befreien, so scheitert häufig dieser an der technischen Unmöglichkeit. Sind die endoneuralen Verwachsungen nicht allzu derbe, so kann man unschwer einzelne Bahnen aus dem endoneuralen Narbengewebe herausschälen. Je fester die Narbe ist, desto mühseliger ist die Arbeit, die, wie erwähnt, manchmal ganz umsonst ist, wenn es nicht gelingt, intakte Nervenfasern von der Narbe zu unterscheiden und sie zu isolieren. Das Urteil der einzelnen über den Wert der Endoneurolysis ist verschieden. C a s s i r e r glaubt, daß in den Fällen, bei denen wirklich harte Narben vorhanden sind, eine Endoneurolysis nicht möglich ist, daß aber in den Fällen, in denen sie leicht ausführbar ist, auch ohne Operation eine Besserung eingetreten wäre. A u e r b a c h und H e i l e halten die Endoneurolysis für sehr eingreifend, nach letzterem gibt sie schlechtere Resultate als die quere Resektion." ... Sie ist nicht ganz so harmlos, wie S t o f f e l sie hinstellt, L e h m a n n hat selbst nach Endoneurolysis Lähmungen beobachtet, die vor der Operation nicht bestanden hatten,

die sich allerdings später zurückbildeten. Zur Prognose der Neurolyse sagt Lehmann, daß sie im allgemeinen günstig sei, betont aber, daß sie nur bei Fällen angewandt werden darf, wo sie erforderlich ist. Die Prognose der Nervennaht hängt noch mehr als die übrigen Behandlungsmethoden ab von dem jeweiligen Nerven, von dem Zeitpunkt der Operation und von der Höhe der Verletzung. Weiter sind zu berücksichtigen Zustand und Alter des Patienten, die Dauer der eventuell vorhergegangenen Eiterungen und der post-operative Verlauf.

Günstige Nahtprognose vorhanden bei:

1. vorwiegend motorischen Nerven: Radialis, Medianus,
2. guter Blutversorgung (Peroneus schlecht versorgt),
3. mittlerer Verletzungshöhe,
4. jüngerem Alter,
5. Naht innerhalb der ersten 6 Monate nach der Verletzung,
6. glatt heilenden Operationswunden, keine Eiterung, keine Blutung.

Um auf die zu Anfang des Kapitels aufgestellten Punkte zurückzukommen, wurde als erster die Art der Nervenverletzung genannt. Es kommen hier nur die zweifelhaften Fälle in Betracht, das sind Fälle, wo der Nerv in seiner Kontinuität erhalten ist, die Funktion aber trotz einer Wartezeit von 5 bis 6 Monaten noch nicht wieder eingetreten ist, oder keine wesentliche Besserung zeigt. Früher in den ersten Jahren des Weltkrieges waren viele Operateure geneigt, wenn die Inspektion und Palpation keine groben Veränderungen und Narben am Nerven ergab, sich mit der äußeren Neurolyse zu begnügen. Oft wurden dabei schwere Veränderungen im Innern des Nerven übersehen und der Erfolg blieb aus. Je mehr die Hofmeistersche Kochsalz- oder Novocainsuprareninaufschwemmung des Nerven zur Anwendung kam und die intraoperative elektrische Reizung Allgemeingut wurde, konnten diese Irrtümer vermieden werden. Aber selbst dann blieben noch Zweifel bestehen, da der Nerv manchmal unterhalb der Läsionsstelle elektrisch erregbar war, oberhalb aber nicht. Die Erfahrung lehrte, daß auch diese Fälle einer Kontinuitätstrennung gleichzusetzen sind und Resektion und Naht erfordern. Es blieben endlich noch die Fälle, die bei intraoperativer elektrischer Reizung 5—6 cm oberhalb der Läsionsstelle noch positive Reizerfolge gaben. Hier mußte der Verlauf, genaue Inspektion (mit der

Lupe) und Palpation, sowie Aufschwemmung des Nerven entscheiden über Neurolyse oder Resektion und Naht.

Sind bereits 5 bis 6 Monate verstrichen und sind die Reizerfolge intra operationem bereits positiv, so darf man mit einer Restitution rechnen. Man wird von einer weiteren Operation absehen, wenn auf die elektrischen Reize ein großer Teil der vom Nerven versorgten Muskeln anspricht. Ist das letztere nicht der Fall, so wird die Entscheidung zu treffen sein nach der Wertigkeit der bereits innervierten Muskeln. Findet man den Nerven in starke Adhäsionen eingebettet, so wird man eine äußere Neurolyse machen und das Resultat abwarten. Findet man einen äußerlich veränderten Nerven und sprechen nur weniger wertige Muskeln auf den intraoperativen Reiz an, so dürfte die Resektion meistens zu empfehlen sein. Ist die Restitution schon eingetreten, aber seit geraumer Zeit stehen geblieben, so muß man annehmen, daß die noch fehlenden Bahnen im Narbengewebe steckengeblieben sind. Wenn das gerade wichtige motorische Bahnen sind, wird man sich doch zur Resektion entschließen, selbst wenn der elektrische Reiz distal von der Läsionsstelle positiv ausfallen sollte, denn für Willensimpulse sind diese Bahnen jedenfalls nicht durchgängig. Das haben die Untersuchungen Spielmeyers und Perthes bewiesen. Ist die Restitution eingetreten, hat aber dann wieder in Verschlimmerung umgeschlagen, so muß man die Ursache auf zunehmenden Narbendruck im Innern des Nerven zurückführen. Hier kann man den Versuch der inneren Neurolyse machen. Sollte sich aber bei ihrer Durchführung narbige Veränderung an der Mehrzahl der Faszikel herausstellen, so ist auch dann Resektion und Naht angezeigt, bei Veränderung nur einzelner Faszikel deren Resektion und faszikuläre Naht (partielle Resektion und Naht). Wenn also bei äußerlich unverändertem Befund des Nerven an der Läsionsstelle die Indikation für die Resektion und Naht bedeutend erweitert wurde, so gilt das noch mehr für Nerven, die durch innere Neurome und Narbengewebe auf mehr als 1—1.5 cm Länge spindelig aufgetrieben, oder die durch umschnürendes Narbengewebe, Aneurysmen- oder Kallusdruck zusammengedrückt erscheinen.

Demgegenüber wird die innere Neurolyse zur Beseitigung sensibler Reizerscheinungen bei gemischten Nerven mit fehlenden oder nur geringen Lähmungserscheinungen zunächst die Methode der Wahl bleiben.

Zusammenfassung.

Die Indikation zugunsten der Nerven-Resektion und -Naht wurde erweitert:

1. Weil man sich früher durch das anscheinend normale Aussehen des Nerven täuschen ließ, und
2. Weil die intraoperative elektrische Reizung später mehr dazu beitrug, diese Irrtümer zu vermeiden.
3. Weil man sich erst vor der Naht scheute, solange mittels elektrischer Reizung zentral von der Narbenstelle mehrere erhaltene Nervenbahnen nachzuweisen waren. Das war falsch, wie die Mißerfolge zeigten.
4. Weil die Technik der endoneuralen Neurolyse sehr viel schwerer ist als die Resektion und Naht.
5. Weil auch resezierte und genähte Faszikel genau so gut heilten, als wenn sie bei der inneren Neurolyse erhalten wurden.
6. Weil häufig erfolglose Neurolysen durch Resektion und Naht zur Heilung gebracht werden mußten.
7. Weil die Enderfolge der Nervennaht besser wurden, als man Narbengewebe bis ins Gesunde exzidierte, durch gründliche Blutstillung das zentrale Hämatom an der Nahtstelle zurückdrängte und die Naht aseptisch und ohne Spannung anlegte.
8. Weil längere Beobachtungsdauer die Enderfolge nach Neurolysen und Nervennaht zugunsten letzterer verschob.
9. Weil man erkannte, daß Erfolge nach Neurolysen oft auch ohne operativen Eingriff eingetreten wären.
10. Weil durch zu weit gehende Aufbündelung bei der inneren Neurolyse das Nervengewebe geschädigt wurde.

Für die Überlassung des Themas erlaube ich mir Herrn Generaloberstabsarzt Prof. Dr. Franz gehorsamst zu danken.

1. Anzlinger, Nervennaht, Med. Diss. Würzburg 1934.
2. Bielschowsky, Die Neuronenlehre (von Cajal), Handbuch der Neurologie Bd. I, S. 937.
3. Boeke, Nervenregeneration, Handbuch der Neurologie Bd. I, S. 1006.
4. Borchard, Nervenverletzungen, Handbuch der ärztl. Erfahrungen des Weltkrieges Bd. II, S. 492. Schußverletzungen periph. Nerven, Bruns Beiträge 1915 Bd. 97, Beiträge zur klin. Chirurgie 1916 Bd. 101, S. 82 und 1917 Bd. 107, S. 553.
5. Borchard - Schmieden, Lehrbuch der Kriegschirurgie Leipzig, 3. Aufl.
6. Cassirer, Indikation und Erfolge bei der operativen Behandlung der Kriegsverletzungen des peripheren Nervensystems, Berliner klin. Wochenschrift 1916, Heft 9.
7. Dieterich, Enderfolge von Nervennähten nach Schußverletzungen aus dem Kriege 1914/18, Zentralbl. für Chir. Bd. 51, S. 208.
8. Drevermann, Chirurgie der unteren Gliedmaßen, Handbuch der prakt. Chir. Bd. VI, S. 71.
9. Eden und Nieden, Chirurgie der Schulter und des Oberarms, Handb. der prakt. Chir. Bd. V, S. 35.
10. Erlacher, Über die Grundlagen der Wiederherstellung der Nervenleitung und ihre Bedeutung für die Operation am peripheren Nerven. Archiv für orthopädische und Unfallchirurgie 1924/25, Bd. 23, S. 382.
11. Foerster, Otfrid, Kriegsverletzungen des Rückenmarks und der peripheren Nerven. Handb. der ärztl. Erfahrungen des Weltkriegs Bd. IV, S. 235. Die Therapie der Schußverletzungen der peripheren Nerven, Handb. der Neurologie Ergebn. Bd. II, 1929. Die Schußverletzungen der peripheren Nerven und ihre Behandlung. Zeitschr. f. chir. Orthop. Bd. 36, 1917. Die operative Behandlung der Schußverletzungen der peripheren Nerven. Münchner Med. Wochenschr. 81, S. 1183, 1934.
12. Franz, Lehrbuch der Kriegschirurgie, Berlin 1936.
13. Geinitz, Die Nervenschüsse, Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1920, S. 489.
14. Guleke, Chirurgie des Ellbogens und Unterarms. Handb. der prakt. Chirurgie Bd. V, S. 352.
15. Jalcowitz, Zur Prognose der operativ behandelten Nerven, Dt. Ztschr. f. Chir. Bd. 199.
16. Künzel, Zur Prognose der Nervenschußverletzungen, Bruns Beiträge 1917 S. 602.
17. Küttner, Die Chirurgie des peripheren Nerven. Dt. Gesellschaft f. Chir. 1931, Ztrorg. für die ges. Chir. Bd. 53, S. 699. Chirurgie der peripheren Nerven, Archiv für klin. Chir. 1931.
18. Lehmann, Die Chirurgie der peripheren Nervenverl., Berlin u. Wien 1921.

19. Mauß und Krüger, Schußverletzungen peripherer Nerven, Bruns Beiträge Bd. 108, 1917,

20. Perthes, Die Schußverletzungen der peripheren Nerven, Zeitschr. für die ges. Neurologie u. Psychiatrie 1917 Bd. 36, 419. Nervenverletzungen, Hb. der ärztl. Erfahrungen des Weltkriegs Bd. II, S. 521.

21. Pfab, Über traumatische Nervenverl. Ztrbl. f. Chir. Bd. 58, S. 1327.

22. Raschdorf, Über die Prognose der primären und sekundären Sehnen- und Nervenverletzungen, Kiel, Med. Diss. 1936.

23. Ranschburg, Die Heilerfolge der Nervennaht. Berlin 1918.

24. Schloeßmann, Der Nervenschußschmerz, Zeitschr. für d. ges. Neurologie u. Psych. 1917, S. 505, 508, 530.

25. Schoening, Zur Frühop. bei Nervenverl., München, Med. Diss. 1917.

26. Schreiber, Über die Chirurgie d. peripheren Nerven, Ztrorg. f. Chir. Bd. 53, S. 162.

27. Schubert, Über Nervennaht und -lösung, Med. Diss. 1920 Leipzig.

28. Spielmeyer, Zur Klinik und Anatomie der Nervenschußverl. Springer 1915. Über Regeneration periph. Nerven, Zeitschr. für die ges. Neurol. u. Psych. Bd. 36, 1917. Erfolge der Nervennaht M. M. w. 1918, S. 1039.

29. Spitzy, Nervenoperationen nach Kriegsverletzungen. Dt. Orthop. Bd. 4, S. 341.

30. Stoffel, Die operat. Behandl. der Nervenverl. Ztschr. f. orthop. Chir. Bd. 36, 1917.

31. Ströbel und Kirschner, Ergebn. der Nervennaht, Br. Beitr. für klin. Chir. Bd. 83, S. 475.

32. Wexberg, Kriegsverletzungen peripherer Nerven, Zeitschr. f. die ges. Neurologie u. Psych. 1917 Bd. 36, S. 399.

Lebenslauf.

Ich, Gerhard Rose, wurde als Sohn des Med.-Rates Dr. Friedrich Rose am 16. November 1914 in Hamburg geboren. Mein Vater war damals noch praktischer Arzt in Blumberg (Baden), wo ich die Volksschule besuchte. 1925 kam ich an das Friedrichgymnasium in Freiburg i. Br., besuchte weiter die Realgymnasien in Mosbach, Weinheim und Mannheim und bestand dort Ostern 1934 die Reifeprüfung. Nach Ableistung des Arbeitsdienstes studierte ich Medizin in Freiburg, nach zwei Semestern ging ich nach Heidelberg und legte im März 1937 dort das Physikum ab. April 1937 trat ich als Fahnenjunker (im San.-Korps) in die Wehrmacht ein und wurde nach halbjähriger Ausbildung mit der Waffe zur Militärärztlichen Akademie nach Berlin versetzt. Hier studierte ich während der klinischen Semester mit Ausnahme des Sommersemesters 1938, wo ich nach Königsberg zum Studium kommandiert war, bis zum Staatsexamen. Der Krieg unterbrach das begonnene Examen. Ich wurde als Hilfsarzt zur Truppe versetzt und machte den Feldzug im Westen mit, seit Juni 1940 als Btl.-Arzt.